

锤击桩施工的监理工作内容与控制措施

黄程龙
(浙江江南工程管理股份有限公司, 浙江 杭州 310013)

摘 要：通过对先张法预应力管桩施工流程质量控制的回顾，从内业资料控制到外业质量控制、从构配件进场验收到桩基分部验收，定位监理在全过程充当的角色、明确监理的工作重点。对关键节点进行分析、揣摩，总结体会，希冀在丰富监理工程师验收手段的同时，也为监理员旁站工作明确方向。

关键词：预应力管桩；锤击法；贯入度；沉桩；端板焊接；静载；低应变；监理

中图分类号：TU712 文献标识码：B 文章编号：1007-4104(2016)11-0071-05

1 工程简介

1.1 项目概况

笔者所在的新港雅居项目为旗山枫景监理委托合同内服务项目，该工程由巢湖市重点工程管理局投资兴建，由山河

集团施工总承包。该安置房附属工程由幼儿园、农贸市场、综合楼(商业)、综合办公楼、门卫室(2 栋)构成。所属单位桩基为先张法预应力管桩，混凝土强度等级 C80，采用锤击法施工。桩基相关技术参数详见表 1。

表 1 桩基相关技术参数

楼 号	桩型及规格	桩 尖	数量/根	桩长/m	桩顶标高	特征值/kN	桩端持力层
幼儿园	PHC-500-AB-100	Q	209	14~18	-1.95	750	-2
农贸市场	PHC-500-AB-100	Q	261	10~14	-5.00	750	-2
综合楼	PHC-500-AB-100	Q	428	16~19	-5.10	850	-2
综合办公楼	PHC-500-AB-100	Q	113	21~24	-2.25	850	-2
门卫一	PHC-500-AB-100	Q	10	17	-1.45	750	-2
门卫二	PHC-500-AB-100	Q	4	17	-1.45	750	-2

由于本工程桩基为嵌岩端承桩，根据施工图审查意见及前期试桩结果，具体质量控制要求如下。

- (1)沉桩质量以贯入度控制为主、标高控制为辅。
- (2)桩端进入持力层(-2 层：强风化泥质粉砂岩)深度 $\geq 3.5\text{ m}$ ，考虑到地质岩层起伏，如果无法满足此要求，那么确保最后一阵(10 击)贯入度 $\leq 20\text{ mm}$ 。桩端进入持力层 $\geq 1\text{ d}$ (d 为管桩直径，即 0.5 m)。
- (3)桩基施工由西向东推进、间隔跳打，全面施工前为避

免锤击振动影响西侧已建建筑，在距离在建住宅 10 m 外开挖防震沟。

1.2 地质描述

根据地质勘查报告，持力层起伏不大，由西向东持力层深度呈由浅到深的趋势，故地处工程场地最东侧的综合办公楼设计桩长较西侧农贸市场长近 10 m。项目具体的地质描述，见表 2。

表 2 项目具体地质描述

地形地貌	根据浙江华汇岩土勘测有限公司提供的岩土工程勘察报告,项目地形起伏不大,属于江淮波状平原地貌
地质特征	第 层:黏土,局部为粉质黏土,灰黄色、灰色,可塑,切面光泽,该层层厚0.50~2.60m,均匀分布
	第 层:淤泥质粉质黏土,灰色,流塑。该层层厚0.70~9.60m,基本均匀分布
	第 层:淤泥质粉质黏土,局部为淤泥或淤泥粉黏土,灰色,流塑局部含少量粉土团块,该层层厚1.0~8.30m,局部分布
	第 -1层:粉质黏土,局部为黏土,青绿色,可塑局部硬塑,该层层厚0.40~3.70m,局部分布
	第 -2层:黏土,局部为粉质黏土,黄褐色,可塑,局部硬塑、坚硬,该层层厚0.60~9.80m,基本均匀分布
	第 -1层:全风化泥质粉砂岩,灰黄色,该层层厚0.60~4.80m,局部有揭穿
	第 -2层:强风化泥质粉砂岩,灰黄色,该层揭穿层厚0.30~4.90m,大部分孔有揭露
桩基类型	先张法预应力混凝土管桩
持力层选择	桩端最终持力层为第 -2层:强风化泥质粉砂岩
打桩形式	柴油锤击

2 施工流程

2.1 桩位放样

根据建设单位移交的原始水准点和坐标点,施工单位自行或者委托具备相应资质的测绘单位对建筑物角点进行测设,从而绘制建筑物平面坐标控制网。根据设计图纸使用电子全站仪对各桩位进行放样。

2.2 桩机就位

桩机作为施工机械,相关合格、检测证明上报监理单位。在组装完毕,施工单位组织自检,对机械工况、步履系统、液压系统、机电线路、卷扬系统、动力系统以及安全性能进行全面排查。

2.3 吊桩、对准

桩机就位后自行配置的卷扬机或者起重机将成品管桩吊运至桩位点,安装开口型桩尖,保证桩身竖直,调整桩机,确保桩位点、桩身、桩帽、落锤点共线。

2.4 沉 桩

在以上准备工作就绪后,启动柴油机,锤击沉桩。

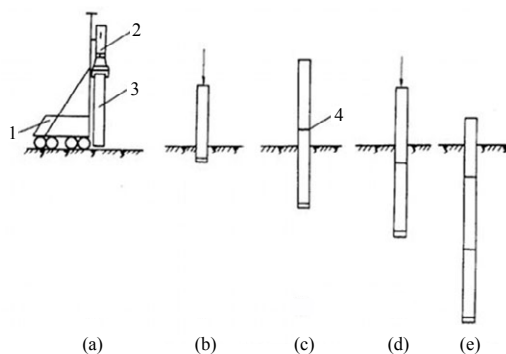
2.5 接 桩

在第一节桩顶离原始地面 50 cm~100 cm 时,即采用端板焊接方式接桩。

2.6 沉桩、送桩

待焊缝自然冷却后,继续沉桩。在根据设计要求配桩后,采用送桩杆继续沉桩,此时严格控制贯入度,同时以桩位为直角坐标点,在水平面上构建直角坐标轴,在此轴上架设水准仪,确保各水准仪至桩位线段呈直角,观测达到设计标高。

锤击桩施工流程可参见图 1。



(a)测量放样、桩机和桩就位对中调直;(b)锤击下沉;(c)电焊接桩;(d)再锤击、再接桩,再锤击;(e)收锤,测贯入度
1-打桩机;2-打桩锤;3-桩;4-接桩

图 1 锤击桩施工流程

3 监理控制要点

3.1 内业资料控制

在该工程开展前,监理单位召开内部会议,统一锤击桩质量控制要点,分管监理工程师负责相关资料的编制整理工作。监理工程师提前研读设计图纸关于工程桩基设计参数的描述,对关键参数进行熟记。在此基础上审查施工单位上报的桩基专项施工方案,重点检查方案审核程序合法性、内容编制针对性、技术参数准确性、实际操作可行性、安全措施全面性是否符合要求。针对不合格项督促施工方整改,完善后再次上报。

监理工程师根据合同约定、设计图纸以及审核通过的施工方案编制《锤击桩施工监理实施细则》,重点突出监理质量控制手段及工作流程。经总监审批后报送建设单位。

监理单位应参加对预应力管桩生产企业的考察,检查其

资质证书、税务登记证、营业执照、管理人员执业证明、行业信誉等,要求相关资料以书面形式上报。同时对构配件生产车间进行检查,查阅管桩混凝土、砂石骨料复试报告。

在桩机进场后,督促施工单位上报机械合格证、检测证明以及特殊工种操作人员上岗证。成品桩进场后进行验收,查阅产品合格证、出厂检测报告、接桩用焊丝焊剂合格证等原始凭证。

工程桩施工时督促施工单位上报试桩记录、桩基施工记

录,同时监理员进行旁站如实填写旁站监理记录,专业监理工程师科学计量。

桩基施工完毕,监理单位收集相关质量控制资料,包括桩基静载检测、低应变检测、桩位偏差、桩芯钢筋笼检验批、混凝土检验批、材料复试报告等。最后根据施工单位上报的桩基质量自评报告编写桩基质量评估报告。

综述,在内业资料方面,监理单位在锤击桩施工过程中收集、编制的资料如表3所列。

表3 监理单位需收集和编制的资料

监理单位需收集的资料		监理单位需编制的资料
来自设计单位	来自施工单位	监理实施细则、旁站监理记录、质量评估报告
设计图纸、设计变更单	管桩厂家资质、专项施工方案、机械合格证及检测报告、操作人员作业证、构配件出厂合格证及检测报告、焊丝焊剂合格证、试桩记录及施工记录、桩基检测报告、桩位偏差、检验批、隐蔽记录、材料复试报告、桩基自评报告	

3.2 外业质量控制

构配件进场验收:成品管桩在进场时,施工方通知监理单位检查验收,验收重点为检查该批管桩出厂合格证及检测证明是否真实,构配件规格、品牌是否符合设计要求,外观质量是否存在缺陷。质量保证资料一旦失真,监理工程师应拒绝签认;构配件品牌变更应提请建设、设计单位认可。外观质量应重点关注管桩外表是否存在裂纹,桩端套箍、钢板与混凝土界面是否移位,桩芯内壁是否存在孔洞及过多毛刺。除目测外,监理工程师还可以使用卷尺实测管桩直径及壁厚。

桩位放样检查:在施工单位进行建筑物平面坐标控制网测设时,监理单位应检查原始数据真实性及测量误差的控制。在桩位放样时,监理工程师应检查测量仪器(电子全站仪)合格证及年检记录确保精度。根据GB 50202—2002《建筑地基基础工程施工质量验收规范》中5.1.1条文规定:桩位的放样允许偏差:群桩 $\leq 20\text{ mm}$;单排桩 $\leq 10\text{ mm}$ 。监理工程师重点对建筑物边角桩丈量实测,对中间桩基可酌情抽查。毕竟桩基施工全过程初期偏差就是放样误差,一旦放样误差未得到控制,那么后期成桩误差将继续扩大。

管桩吊运、垂直度控制:预应力管桩吊运过程关键在于安全施工,监理员在旁站时应检查起重机械的工况、卷扬系统的灵活、司索信号的规范、钢丝绳的可靠。不少施工单位为节省费用,利用桩机配套卷扬机起吊管桩,由于司索吊点设置不合理,导致管桩被拖拽至桩位,该现象务必杜绝。由于预应力管桩材质属性体现为竖向抗压,而非抗剪切甚至

抗拉,横向拖拽使得地面摩擦阻力作用于桩身及桩端钢板形成剪切力及拉力,从而影响管桩物理性能。

在对准桩位前,监理员务必检查桩尖焊接情况。多数施工单位出于成本考虑疏于安装桩尖。针对不同地质及设计参数,桩尖分为十字型、锥型以及开口型三类,其作用为引导管桩沉入土内,使桩端更容易进入持力层(由于桩尖水平截面积远小于无桩尖的端板,相同锤击力其压强更大,贯穿土层更容易)。施工单位多采用二氧化碳气体保护焊安装桩尖。监理检查桩尖焊接位置及焊缝质量,避免出现桩尖偏位、焊缝不饱满、咬边、漏焊、焊瘤焊渣未清除等现象。

在沉桩前检查桩身垂直度,务必确保桩位点、桩尖、桩帽、锤击点共线,可采用电子经纬仪复核。

沉桩、接桩验收:沉桩过程确保施工安全,同时密切观察是否造成附近土体扰动或者周边桩上浮,一旦发生此类现象应停止施工,上报设计、勘察单位,提请处理方案。根据设计要求务必间隔跳打,确保工程质量。需接桩时第一节桩顶在离地表 $0.5\text{ m} \sim 1\text{ m}$ 时即可停锤接桩。根据10G 409《预应力混凝土管桩》规定,接桩方式分为端板焊接及机械接头连接两种,本项目采用端板焊接,监理针对焊接质量的控制可依据上文所述桩尖安装焊接的要点。此外焊接完毕需要焊缝自然冷却 $\geq 1\text{ min}$ 。

监理工程师与现场桩基施工人员交流时达成共识,在沉桩前务必根据地质勘察报告计算出持力层深度,据此配桩;每个多桩承台在施工前,其第一根桩按照设计桩长区间上限配置,之后同一承台剩余桩根据第一根桩沉入情况进行配

置;考虑到同一承台持力层起伏较小,同一承台下桩长应保持一致;相同长度的桩长各组配桩应不同(即设计桩长为17 m 的两根桩,应采用12+5及10+7配置);接桩时保证底部桩长大于上部桩。由于相邻桩基底部持力层起伏很小,为防止土体扰动产生的横向剪切力的影响,接桩部位不得处于同一水平面,这与结构施工相邻钢筋焊接头不共面类似。另由于随着深度越大,土体对桩基的侧摩擦阻力、压力也增加,为防止底部桩偏离垂线,故底部桩较上部桩更长,以保持桩基整体沉入稳定性。

贯入度、标高控制:根据设计要求,判定桩基质量及停锤标准依据贯入度控制为主、标高控制为辅。确保最后一阵(10击)贯入度 ≤ 20 mm。笔者认为贯入度控制为判定桩基是否进入持力层,标高控制为了判定入岩深度。在配桩完全沉入地面后,施工单位便安装送桩杆,继续锤击,确保桩顶达到设计标高。本项目桩基施工单位柴油锤采用10.3T,远大于设计锤击力,可视为“大锤击小钉”,笔者认为此举是把“双刃剑”,积极方面是施工单位选择超设计的桩锤不仅可以减少柴油能源损耗,而且可以降低噪音污染,确保质量的同时也响应建设资源节约型与环境友好型的要求。消极方面是不少桩顶被击碎。

土方开挖、截桩控制:在工程桩施工完毕便进行土方开挖作业,此时对桩基影响的是机械挖土过程对桩基的刮碰以及土体扰动。对此督促施工单位安排专人指挥调度,合理安排土方开挖方向,操作人员驾驶挖掘机不得碾压桩顶、更不得使挖斗触碰桩身。土方开挖过程不得集中堆土,日均开挖工作量完成后对基坑临边进行放坡,避免工程桩充当基坑临边支护桩。

截桩前务必弹线、在每根桩上划设计标高线,并在建筑物不同方位安放水准仪进行复核。截桩采用专用切割机械,不得使用大锤横向敲击。

桩芯施工验收:桩基与承台的连接应根据10G 409《预应力混凝土管桩》的要求执行,监理工程师应实测吊模深度是否 $\geq 3d$ (d 为管桩桩径),且 ≥ 1.5 m。同时严格控制钢筋笼隐蔽工程质量,确保主筋规格、锚固长度、箍筋间距、桩顶主筋倾斜度、桩顶混凝土面锚入承台长度等技术参数指标符合设计及规范要求。

桩位偏差检查:在桩芯施工完毕后,督促施工单位测设轴线,监理工程师根据轴线对各桩位进行复核,根据GB 50202—2002《建筑地基基础工程施工质量验收规范》中5.1.3条文规定,桩位偏差符合表4要求。

监理工程师重点检查建筑物边角桩以及受力较大部位桩基偏位情况,一旦超过规范要求,将书面材料提请设计单位

出具处理方案,设计单位经复核对偏位桩基的处理多数为扩大承台或者补桩措施,监理单位监督施工单位是否严格按照设计意见处理偏位桩基。

表4 预制桩(钢桩)桩位的允许偏差mm

项次	项目	允许偏差/mm
1	盖有基础梁的桩: (1)垂直基础梁的中心线; (2)沿基础梁的中心线	100+0.01H; 150+0.01H
2	桩数为1~3根桩基中的桩	100
3	桩数为4~16根桩基中的桩	1/2桩径或边长
4	桩数大于16根桩基中的桩: (1)最外边的桩; (2)中间桩	1/3桩径或边长; 1/2桩径或边长

注:H为施工现场地面标高与桩顶设计标高的距离。

4 桩基检测

根据设计要求,本项目预应力管桩检测分为单桩竖向承载力检测和桩身完整性检测,即静载荷试验及低应变动力测试法。

静载试验测桩数量为单体同类桩总桩数的1%,且不少于3根。

低应变检测测桩数量按JGJ 106—2003《建筑基桩检测技术规范》要求,柱下三桩或三桩以下承台抽检桩数不少于1根,总数不少于总桩数20%,且不少于10根。监理工程师根据建筑物桩位布置选择边角桩及承受上部荷载较大桩基作为检测桩。

在桩基检测初步报告显示单桩竖向承载力满足设计要求,桩身完整性为I、II类桩,桩位偏差在规范允许范围内,相关质量控制资料完整后,由总监理工程师组织桩基分部验收。如果桩基检测显示不合格,监理单位向建设单位汇报并提供原始数据材料,由建设方联系设计单位出具处理方案。

5 桩基计量

根据本项目工程量清单,所属单体桩基为暂定长度计量,例如综合办公楼管桩计价单桩长度暂定为26 m,单价为5 000元;而综合楼(商业)单桩长度暂定为20 m,单价为4 000元。各单体桩基每米单价不同,为了确保施工质量以及工程款批复提供原始数据,监理工程师根据监理员旁站填写的旁站记录,制作桩基计量电子台账。旁站监理记录内容涉及桩基计量的参数包括设计桩顶标高、实际桩顶标高以及配桩长度,监理员务必如实记录。监理工程师将上述参数录入

电脑 Excel 表格, 设置计算公式——计量桩长=配桩长度-(实际桩顶标高-设计桩顶标高), 得出结果, 相关原始记录抄送业主及审计单位。

有关桩基分部工程款计算可根据各单体总桩长与各单体桩基每米单价之积求得。例如综合办公楼桩基工程款=已完成桩基累计计量桩长×综合办公楼单桩单价/综合办公楼单桩暂定长度。

6 结 语

随着桩基工艺的进步以及国家节能减排、环境保护政

策的响应落实, 锤击桩逐渐退出城市房建的队伍, 取而代之的是先进的静压桩工艺, 施工能源为环保的电能、而且低噪音、施工速度快的特征为越来越多的建筑工程所接纳。监理工程师了解到一些偏远山区修建公路道路、桥梁等工程依然使用锤击桩工艺, 毕竟其质量控制手段多元化(贯入度+标高控制)较之静压桩(压力控制)更为直观。

收稿日期: 2016-03-31

作者简介: 黄程龙, 任职于浙江江南工程管理股份有限公司。

通信地址: 浙江省杭州市求是路8号公元大厦北楼11层 浙江江南工程管理股份有限公司。

(上接第46页)

在南昌绿地国际会展中心项目钢结构深化设计时, 结合加工、安装方案和焊接工艺要求, 合理确定分段、分节数量和位置, 优化节点构造, 减少钢材用量。合理选择钢结构安装方案, 在证工程质量的前提下, 对屋面大跨度钢桁架结构采用临时支撑、吊装、拼接和顶推滑移等安装方法, 节省了塔吊和吊机的配置数量, 从而大大降低了能耗量; 先进的技术也节省了施工周期、人员配置和建筑垃圾的生成, 落实了创建绿色施工新标准的要求。

2.9 在机电安装节约方面

项目部采用 BIM 软件技术, 对机电安装管线进行三维综合布线, 在排除管线碰撞的同时, 满足了美观合理的要求; 并且通过该技术合理下料加工管线, 减少了材料了损耗。

3 值得推广的经验及仍需提高的项目

首先是绿色环保的设计理念。自然通风系统、雨水收集利用系统、使用钢骨柱以减少用钢量, 都是值得在以后工程设计上值得推广的经验。其次是绿色施工的管理思路和技术措施: 钢构用钢的设计优化; 屋面桁架滑移技术对施工空间利用, 以达到节约工期和节能效果; 自密实混凝土的使用; 木方拼接重复利用; 纸张打印的重复利用; BIM 技术在项目施工中的应用等都是值得推广的经验。

从项目的整体特点来看, 还有一些需要提高的地方。比如: 广大场地的利用率, 还有进一步提高, 对场地布置的优化, 还有一定的提高空间; 南昌丰富降水的收集和利用, 还有可以挖掘的潜力; 大型展馆较大的屋面空间对太阳能的利用, 可以从设计上予以考虑。

4 监理单位在绿色施工中的作用

(1)从方案审核开始, 严把技术关。严格控制耗能指标, 要求施工单位对主要指标必须量化; 做到事前提醒工作。

(2)现场的管控工作。依据方案对主要的消耗指标实施计量控制, 并且结合计量手段以保证管控的效果。做到事中有管控。

(3)对现场质量、安全、环境等问题, 做到由专人跟踪处理。对每周安全检查记录、监理例会提出问题及监理通知单提出的问题, 要求施工单位必须有回复。

5 结 语

南昌绿地国际会展中心项目管理团队从设计、施工、监理等全方位、多角度, 认真贯彻落实国家“十二五”期间降低能耗 18% 的目标要求, 积极推进绿色施工。在保证质量、安全等基本要求的前提下, 通过科学管理和技术进步, 最大限度地节约了资源, 减少了施工活动对环境的负面影响, 实现了“四节一环保(节能、节地、节水、节材 and 环境保护)”, 绿色施工取得了良好的经济效果和广泛的社会效果。

收稿日期: 2016-08-12

作者简介: 温超杰, 本科学历, 高级工程师, 注册监理工程师、注册安全工程师, 任职于上海市建设工程监理咨询有限公司; 王素萍, 任职于上海市建设工程监理咨询有限公司。

通信地址: 上海市虹口区西安路88号 上海市建设工程监理咨询有限公司。